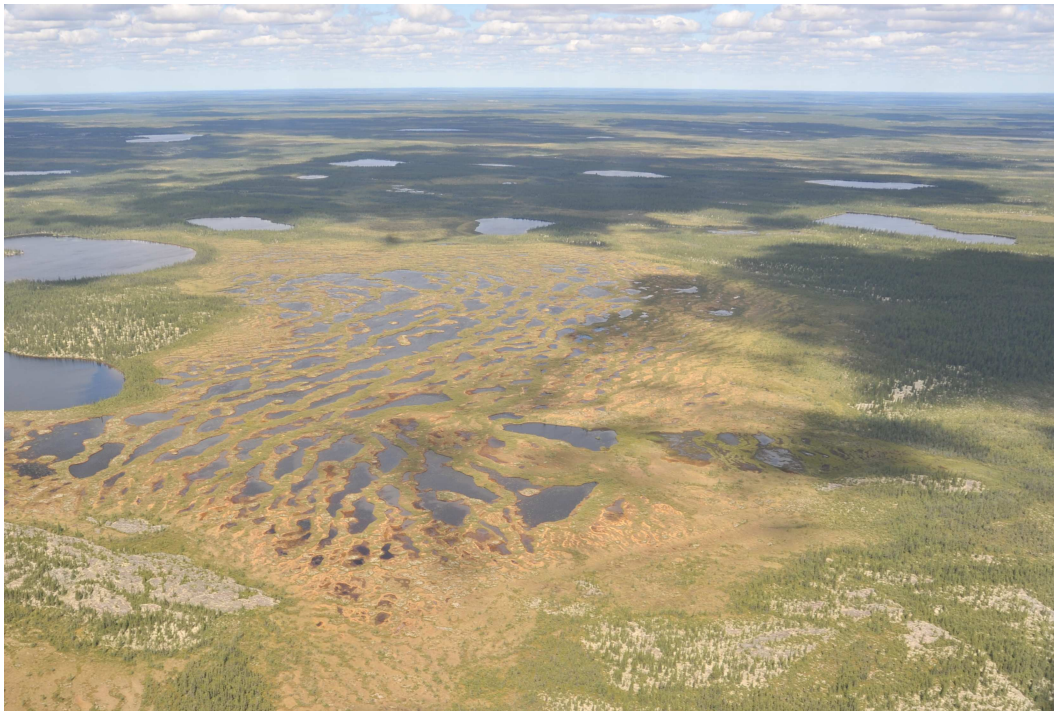


**Guide d'identification
des milieux humides du Nord du Québec par images satellites
Projet du Plan Nord**



Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Forêt Québec

Direction des inventaires forestiers

Direction de la recherche forestière

Juillet 2012

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

RÉDACTION

Antoine Leboeuf, ingénieur forestier, M. Sc., Direction des inventaires forestiers, MRNF
Élisabeth Dufour, géogr., M. Env. , Direction des inventaires forestiers, MRNF
Pierre Grondin, ingénieur forestier, M. Sc., Direction de la recherche forestière, MRNF

RÉVISION SCIENTIFIQUE

Benoît Tremblay, botaniste, Direction du patrimoine écologique et des parcs, MDDEP
Line Couillard, biologiste, Direction du patrimoine écologique et des parcs, MDDEP

COLLABORATION À LA COORDINATION

Anne Morissette, géomorphologue, M. Sc., Direction des inventaires forestiers, MRNF
Louise Noreau, préposée aux renseignements, Direction des inventaires forestiers, MRNF

RÉVISION LINGUISTIQUE

Hélène D'Avignon, ing. f., rédactrice professionnelle

Photo de la page couverture. Tourbière ombrotrophe structurée

Citation recommandée : A. Leboeuf, E. Dufour et P. Grondin, 2012. Guide d'identification des milieux humides du Nord du Québec par images satellites. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers et Direction de la recherche forestière, 34 p.

Pour obtenir des renseignements additionnels ou un exemplaire de ce document, veuillez communiquer avec le MRNF du Québec :

Direction des inventaires forestiers
880, chemin Sainte-Foy, 5e étage
Québec (Québec) G1S 4X4
Téléphone : 418 627-8669
Sans frais : 1 877 936-7387

inventaires.forestiers@mrnf.gouv.qc.ca

www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-inventaire.jsp

Service à la clientèle

Téléphone : 418 627-8600
Sans frais : 1 866 CITOYEN (248 6936)
Télécopieur : 418 643-0720
service.citoyens@mrnf.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec 2012

ISBN pdf : 978-2-550-65653-1

ISBN imprimé : 978-2-550-65654-8

AVANT-PROPOS

Le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF) par sa Direction des Inventaires Forestiers (DIF) a reçu le mandat de réaliser la cartographie de la végétation du Nord québécois dans le cadre du projet du Plan Nord. Cette cartographie permet de répondre au besoin de connaissance de base de ces territoires jusqu'à maintenant peu connus. À cette fin, le MRNF, en collaboration avec le MDDEP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs), a mis au point une classification (typologie) des milieux humides basée sur des techniques de télédétection. Ce document vise à faciliter l'identification des milieux humides, notamment les divers types de tourbières ainsi que les marais-marécages.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	DEFINITIONS	1
2.1	Les tourbières	1
2.2	Les marais et marécages.....	2
3	DESCRIPTION DU TERRITOIRE	3
4	LES TYPES D'IMAGES SATELLITES	5
5	MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION ET DE CARTOGRAPHIE DES MILIEUX HUMIDES	5
6	DESCRIPTION DES CLASSES DE MILIEUX HUMIDES	6
6.1	Tourbière ombrotrophe à mares (TOM).....	9
6.2	Tourbière ombrotrophe structurée (TOS).....	10
6.3	Tourbière ombrotrophe ridée (TOR)	11
6.4	Tourbière ombrotrophe uniforme (TOU).....	14
6.4.1	<i>Tourbière forestière ombrotrophe uniforme à épinette noire (TOU-EPN)</i>	15
6.5	Tourbière minérotrophe riveraine (TMR).....	16
6.6	Tourbière minérotrophe structurée (TMS).....	17
6.7	Tourbière minérotrophe uniforme (TMU).....	18
6.7.1	<i>Tourbière forestière minérotrophe uniforme à mélèze (TMU-MEL)</i>	19
6.8	Tourbière mixte pennée (TMP)	20
6.9	Marais d'eau salée (MS)	22
6.10	Marais et marécage d'eau douce (MA).....	23
7	CARTOGRAPHIE ET IDENTIFICATION DES MILIEUX HUMIDES	24
	CONCLUSION	27
	RÉFÉRENCES	28
ANNEXE 1	TABLEAU SYNTHÈSE	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Territoire d'application du guide d'identification des milieux humides.....	4
Figure 2	Images satellites utilisées.....	5
Figure 3	Méthodologie d'identification des milieux humides	6
Figure 6.1	Tourbière ombrotrophe à mares (TOM).....	9
Figure 6.2	Tourbière ombrotrophe structurée (TOS)	10
Figure 6.3	Tourbière ombrotrophe ridée (TOR).....	12
Figure 6.4	Tourbière ombrotrophe ridée (TOR).....	13
Figure 6.5	Tourbière ombrotrophe uniforme (TOU).....	14
Figure 6.6	Tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire (TOU-EPN).....	15
Figure 6.7	Tourbière minérotrophe riveraine (TMR)	16
Figure 6.8	Tourbière minérotrophe structurée (TMS).....	17
Figure 6.9	Tourbière minérotrophe uniforme (TMU)	18
Figure 6.10	Tourbière minérotrophe uniforme à mélèze (TMU-MEL)	19
Figure 6.11	Tourbière mixte pennée (TMP).....	21
Figure 6.12	Marais et marécage d'eau salée (MS).....	22
Figure 6.13	Marais et marécage d'eau douce (MA).....	23
Figure 7.1	Schéma d'identification des tourbières	24
Figure 7.2	Identification des tourbières.....	25
Figure 7.3	Schéma d'identification des tourbières en milieu argileux	26

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de son mandat d'acquisition de connaissances écologiques du Québec, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) du Québec a entrepris la classification et la cartographie de la végétation à l'échelle 1 : 100 000 du territoire d'application du Plan Nord (nord du 49^e parallèle. Ce territoire est occupé par divers écosystèmes, y compris les milieux humides. Ces milieux sont relativement diversifiés par leur forme (agencement de micro-habitats) et leur régime d'alimentation en eau. Ce guide vise l'identification de ces milieux, autant sur le terrain qu'en survol, ainsi que leur identification par images satellites.

2 DÉFINITIONS

Les milieux humides regroupent « l'ensemble des écosystèmes saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer le développement du sol et de la végétation. Les sols formés dans ces conditions sont qualifiés d'*hydromorphes* (minéraux ou organiques mal drainés) alors que la végétation se compose essentiellement d'espèces hygrophiles (tolérantes à de longues inondations) » (Couillard et Grondin, 1986). Les milieux humides sont qualifiés de *forestiers* si le recouvrement des arbres de plus de 4 m de hauteur est supérieur à 10 %. Dans le cas contraire, les milieux humides sont considérés comme étant non forestiers. En raison de l'opposition entre les termes forestiers et non forestiers, sur laquelle nous désirons mettre l'accent, le terme « tourbière forestière » est préféré à celui de « tourbière boisée ». Dans la même ligne de pensée, le terme « tourbière non forestière » est préféré à celui de « tourbière ouverte ». Dans ce guide, on considère autant les milieux humides forestiers que non forestiers. Ces milieux appartiennent à divers types d'habitats, notamment les tourbières, les marais et les marécages.

2.1 Les tourbières

Les tourbières (*mire* ou *peatland* en anglais, *moor* en allemand) regroupent les milieux humides se développant sur un dépôt de tourbe mal drainé (drainage hydrique), dont l'épaisseur est supérieure à 40 cm (tourbe bien décomposée) ou à 60 cm (tourbe peu décomposée). Cette tourbe est composée de débris végétaux accumulés au cours des derniers millénaires. Les précipitations relativement abondantes ainsi que la courte saison de croissance caractéristiques des zones boréales et tempérées du Québec sont favorables à l'accumulation de la tourbe et à la formation de tourbières. Ces conditions

font en sorte que les processus « d'accumulation » de la matière organique prévalent sur les processus de « décomposition ». Dans le cadre de ce projet, on révisera cette définition afin de tenir compte des tourbières en milieu arctique, tourbières qui se développent sur des dépôts organiques minces.

Sur la base du type d'alimentation en eau, qui influence la composition et la diversité de la végétation, on distingue la tourbière minérotrophe (ou fen) de la tourbière ombrotrophe (ou bog). **Les tourbières minérotrophes** constituent des milieux humides alimentés autant par la pluie que par les eaux de circulation qui se sont enrichies en minéraux à leur contact avec les sols entourant les tourbières. La végétation se compose surtout d'arbustes bas tels que le *Myrica gale*, le *Betula pumila* et le *Salix pedicellaris*; d'herbacées comme le *Carex exilis*, le *Carex aquatilis* et le *Menyanthes trifoliata*, de mousses brunes (ex. *Campylium stellatum* et *Tomenthypnum nitens*) et de sphaignes spécifiques aux milieux riches (ex. *Sphagnum warnstorffii*). Le cortège floristique (nombre de taxons observés dans une station) est habituellement diversifié (plus de 30 taxons par station). **Les tourbières ombrotrophes** constituent des milieux humides alimentés essentiellement par les eaux issues des précipitations (pluie et neige). La végétation se compose surtout d'épinette noire, généralement de faible hauteur, d'éricacées, de sphaignes de milieux pauvres (ex. *S. capillifolium*) et, plus rarement, d'herbacées. Ces dernières correspondent à des espèces particulières, notamment *Carex oligosperma* et *Trichophorum cespitosum*. Le cortège floristique est relativement peu diversifié. Selon la séquence temporelle généralement reconnue, les fens se sont transformés ou se transforment actuellement en bogs sous l'effet de l'accumulation de la tourbe et de l'influence de plus en plus négligeable des eaux de circulation.

2.2 Les marais et marécages

Les marais et les marécages se développent sur des sols minéraux mal drainés. Ils bordent généralement un plan d'eau. Dans l'hydrosère typique, le marais forme la zone de transition entre l'eau libre (inondation permanente) et le marécage. Il est dominé par de la végétation herbacée. Le marécage est situé légèrement plus haut dans l'étagement de la végétation riveraine. Il est mieux drainé que le marais, ce qui permet à de la végétation arbustive ou arborescente de se développer. Le marécage peut également se trouver à l'intérieur de dépressions humides, sans contact immédiat avec un plan d'eau. Si le marécage possède les attributs d'un milieu forestier, il est alors classé avec les écosystèmes appartenant à cette catégorie. Par exemple, une pessière noire à sphaignes sur sol minéral de drainage hydrique est un marécage forestier. Aux termes de la classification en vigueur au MRNF, un tel milieu est classé avec la végétation potentielle de la pessière noire à sphaignes (RE3). Dans le cadre de ce guide, les marais et

marécages arbustifs sont groupés sous une même entité. La localisation, l'étendue ainsi que la composition des marais-marécages varient selon :

- 1) l'amplitude des marées (d'eau douce ou d'eau salée) ou des variations du niveau d'eau conséquentes à la fonte des neiges et aux précipitations; ces variations augmentent vers l'aval d'un réseau hydrographique;
- 2) la pente de la rive (eau douce) ou du littoral (eau salée);
- 3) la nature et la pierrosité du substrat;
- 4) et l'exposition au vent et aux vagues.

Les conditions les plus favorables au développement des marais et marécages sont :

- 1) d'importantes fluctuations du niveau d'eau entre les crues printanières et l'étiage estival (situation observée surtout dans le cours inférieur des rivières);
- 2) une pente faible;
- 3) un sol de texture fine;
- 4) et une position abritée du vent et des vagues.

Bien que rarement abondants dans les paysages, les marais et marécages constituent des endroits d'une diversité floristique relativement élevée, dont la composition est différente de celle observée dans les autres milieux humides. Plusieurs sous-catégories de marais et de marécages sont définies dans la littérature. Par exemple, sur la base de la salinité de l'eau, les marais se subdivisent en marais d'eau douce, d'eau saumâtre et d'eau salée. Dans le cadre de cette étude, nous ne présentons que quelques éléments des marais d'eau salée et des marais et marécages d'eau douce afin de mieux illustrer le passage de ces écosystèmes vers les tourbières. Les marais d'eau salée sont localisés en bordure de la baie James et autres plans d'eau salée, alors que les marais et marécages d'eau douce se développent au contact des lacs et rivières de l'intérieur des terres.

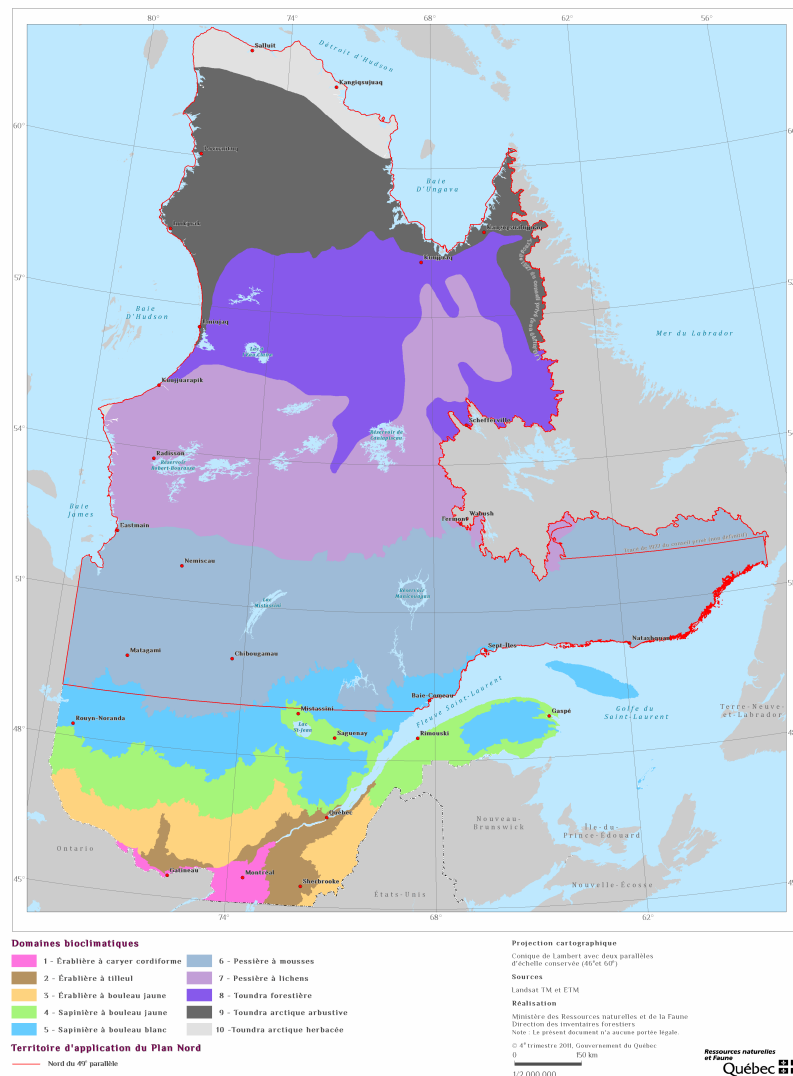
3 DESCRIPTION DU TERRITOIRE

Le territoire d'application du Plan Nord couvre la partie septentrionale du Québec, du 49^e parallèle jusqu'à l'extrémité nord de la péninsule d'Ungava, soit une superficie totale de plus de 1 million de km². Ce guide d'identification des milieux humides s'applique à un territoire plus restreint qui, grossièrement, correspond à la portion sud du domaine bioclimatique de la pessière à lichens, c'est-à-dire au bassin de la rivière La Grande (

Figure 1). Ce territoire est caractérisé par une grande diversité de paysages dont la composition végétale varie selon le climat, l'altitude, la géologie, le type de relief, la nature des dépôts de surface et les perturbations naturelles. Ces caractéristiques

écologiques influencent l'abondance et la diversité des milieux humides. Les basses terres de la baie James (altitude inférieure à 275 m) sont caractérisées par des dépôts marins, littoraux et lacustres déposés par la mer de Tyrell et les lacs pro-glaciaires associés. Le climat boréal est relativement sec et le relief dominé par des plaines. C'est dans ces basses terres que les plus grands milieux humides sont observés. L'intérieur des terres est nettement dominé par les dépôts glaciaires. Le climat est plus humide, le relief est généralement plus prononcé (coteaux, collines) et les tourbières sont plus rares.

Figure 1 Territoire d'application du guide



4 LES TYPES D'IMAGES SATELLITES

Les travaux de cartographie et de classification des milieux humides ont été réalisés à l'aide d'images satellites Landsat, Spot et RapidEye. La résolution des images Landsat est d'environ 30 mètres alors que celle des images Spot est de l'ordre de 15 mètres. Les images Landsat se différencient également des deux autres par la bande moyenne infrarouge, qui permet d'identifier plus facilement certains éléments des paysages, notamment les milieux humides. Les images RapidEye ont une résolution plus fine, soit de 5 mètres, et permettent de voir certains détails (comme les rides à la surface de certaines tourbières), dont la détection est difficile à l'aide des autres types d'images satellites (Figure 2). Somme toute, l'utilisation combinée des trois types d'images facilite la classification des milieux humides.

Figure 2 Images satellites utilisées et leur résolution

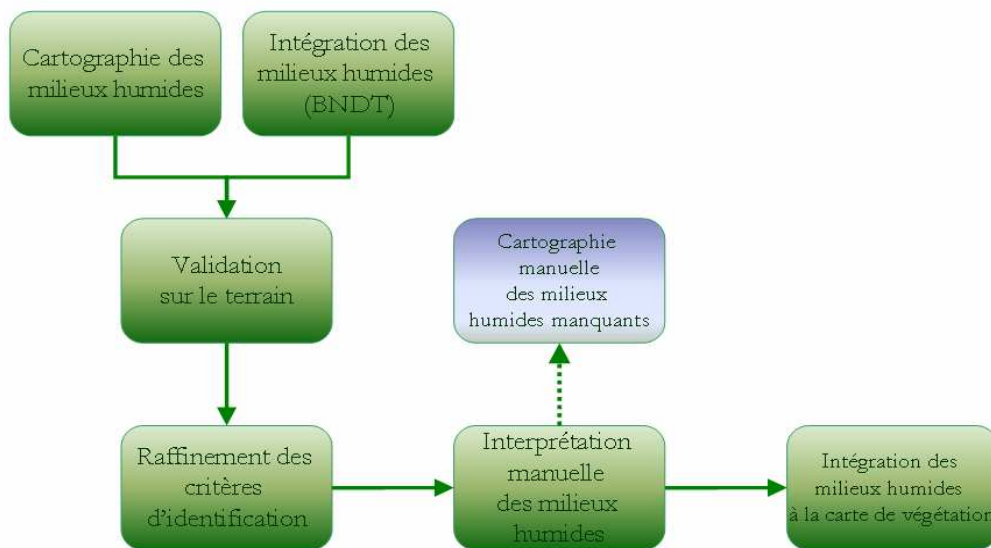


5 MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION ET DE CARTOGRAPHIE DES MILIEUX HUMIDES

La première étape de ce projet a consisté en la reconnaissance aérienne du territoire d'étude (hélicoptère, région de Fermont, automne 2010) dans le but d'établir des liens entre les divers types de milieux humides et les images satellites. Par exemple, c'est à cette étape que l'on a défini la relation entre la couleur violacée à noire observée sur les images satellites et les fens structurés. De retour du terrain, une clé d'identification des milieux humides a été élaborée (annexe 1). Cette clé repose sur les critères d'identification des milieux humides (superficie et agencement des biotopes) et leur couleur sur les divers types d'images satellites. Par la suite, on a procédé à la

classification manuelle des divers types de milieux humides. À cette étape, chacune des tourbières délimitée sur les cartes de la Banque nationale de données topographiques (BNDT) (échelle du 1 : 50 000) a été identifiée. Plusieurs tourbières ne figurant pas dans cette source d'information ont été ajoutées. Une fois cette première cartographie terminée, on a effectué d'autres survols afin d'étendre le territoire d'étude à l'ensemble du bassin de la rivière La Grande (été 2011). Une grande quantité de photos obliques géoréférencées ont été prises lors de ces travaux de terrain. Au retour, les clés d'identification ont été raffinées et la cartographie des nouveaux territoires a été réalisée. Lors de l'identification des milieux humides sur les images satellites, plusieurs milieux humides non délimités sur les cartes de la BNDT ont été ajoutés. De tels ajouts sont survenus fréquemment dans la zone d'immersion post-glaciaire de la baie James où les milieux humides abondent. Les étapes de la cartographie des milieux humides sont schématisées ci-dessous (Figure 3).

Figure 3 Méthodologie d'identification et de classification des milieux humides



6 DESCRIPTION DES TYPES DE MILIEUX HUMIDES

Douze types de milieux humides, englobant les tourbières et les marais-marécages composent la classification présentée dans ce guide (Tableau 1). Ces types peuvent être identifiés en survol, par l'utilisation ou pas des images satellites, ou en laboratoire, à l'aide des images satellites sur lesquelles les milieux humides ont été délimités et classifiés. L'identification des milieux humides repose sur des critères relatifs aux

caractéristiques des biotopes (ou micro-habitats), notamment la présence, la forme et la superficie des mares, des lanières, des dépressions, des platières et des plateaux. À chacun de ces biotopes est associée une catégorie de végétation (muscinale, herbacée ou arbustive) ainsi que des caractéristiques d'habitat, notamment une certaine profondeur de la nappe phréatique ou une certaine épaisseur d'eau libre recouvrant la surface du sol.

Bien qu'on puisse observer **les mares** dans plusieurs habitats, celles présentes dans les milieux humides correspondent à des étendues d'eau libre de forme et de superficie fort variables. Certaines mares sont toutes petites, c'est-à-dire de moins de 2 m², alors que d'autres sont si grandes qu'elles correspondent à de véritables lacs. Certaines mares sont longues, étroites et parallèles les unes aux autres. Les mares sont séparées les unes des autres par des zones de végétation surélevées correspondant à des **lanières**. Les portions de tourbière sans mare sont dominées par le biotope de la **platière** ou du **plateau**. La **platière** correspond à une étendue relativement homogène couverte de végétation herbacée. Par contre, le **plateau** est légèrement plus haut et la végétation est essentiellement composée d'arbustes (principalement des éricacées), de basses épinettes noires et de lichens. Parfois, les platières et les plateaux sont caractérisés par des dépressions humides comblées de sphaignes. La nappe phréatique se tient au dessus du sol, qui est très spongieux et parfois même mouvant. Ce micro-habitat porte le nom de **tapis**. Enfin, dans certaines tourbières, des lanières de végétation arbustives alternent avec des zones plus humides dominées par des herbacées et des sphaignes. Ce dernier biotope correspond à des **dépressions**. Ces divers biotopes s'observent principalement dans les tourbières. Les biotopes des marais-marécages sont plus simples. Ils se limitent à la platière qui, dans bien des cas, correspond à une platière riveraine car elle est située en bordure de l'eau.

Sur la base de l'agencement des biotopes, les écologistes se sont intéressés à catégoriser des types de tourbières et des types de marais-marécages, principalement depuis que les photographies aériennes sont devenues accessibles (Sjörs, 1961). On trouve dans la littérature une profusion de termes à ce sujet. Aucune classification ne fait l'objet d'un consensus parmi les spécialistes qui y travaillent. Dans les paragraphes qui suivent, nous décrivons succinctement les types de tourbières retenus dans ce projet de classification cartographique du Plan Nord. Cette classification repose sur les travaux de Sjörs (1961), Zoltai et al. (1975), Grondin et Ouzilleau (1980), Wells (1981), Eurola et al. (1984), Buteau et al. (1994), Wells (2001), Couillard et Grondin (1986) ainsi que Payette (2001).

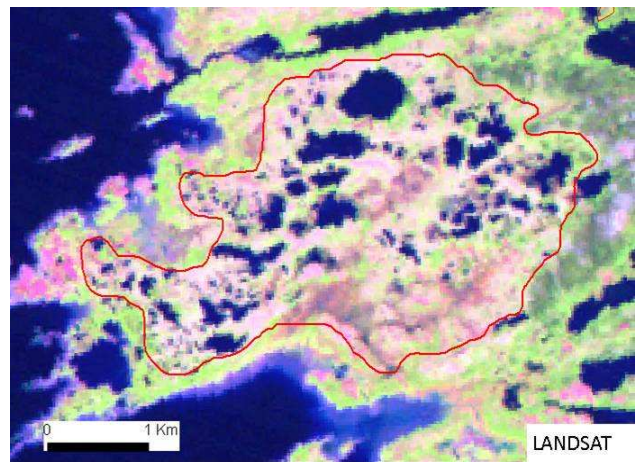
Tableau 1 Description sommaire des types de milieux humides

	Code	Type de milieu humide	Description sommaire	Répartition géographique	Section
1	TOM	Tourbière ombrotrophe à mares	Présence de grandes mares. Tourbière généralement de grande superficie.	Similaire au TOS et au TOR, mais plus rare	3.1
2	TOS	Tourbière ombrotrophe structurée	Alternance de lanières arbustives et de mares allongées et arquées.	Dans la zone d'immersion marine postglaciaire, généralement entre 50 et 275 m d'altitude. Zones de plaines.	3.2
3	TOR	Tourbière ombrotrophe ridée	Alternance de lanières arbustives et de dépressions herbacées.	Dans la zone d'immersion marine postglaciaire, généralement entre 50 et 275 m d'altitude. Zones de plaines.	3.3
4	TOU	Tourbière ombrotrophe uniforme	Végétation homogène (platières et plateaux) dominée par des herbaçaies ou des arbustaies.	Ensemble du territoire	3.4
4.1	TOU-EPN	Tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire	Résineux à mousses et lichens, mûrs, dominés par l'épinette noire.	Ensemble du territoire	3.4.1
5	TMR	Tourbière minérotrophe riveraine	Tourbière bordant un cours d'eau ou un plan d'eau et inondée lors de la crue printanière.	Ensemble du territoire, près des cours d'eau	3.5
6	TMS	Tourbière minérotrophe structurée	Alternance de lanières herbacées et de mares allongées et linéaires.	Ensemble du territoire	3.6
7	TMU	Tourbière minérotrophe uniforme	Végétation homogène (platières) composée principalement de plantes herbacées.	Milieux côtiers relativement plats d'altitude moyenne variant entre 0 et 100 m	3.7
7.1	TMU-MEL	Tourbière minérotrophe uniforme à mélèze	Résineux à mousses et lichens, mûrs, dominés par le mélèze.	Milieux côtiers relativement plats d'altitude moyenne variant entre 0 et 100 m.	3.7.1
8	TMP	Tourbière mixte pennée	Tourbière formée par l'agencement de structures ombrotrophes et de structures minérotrophes dessinant des réseaux ressemblant à des plumes.	Portion inférieure de la baie James (Wascaganish)	3.8
9	MS	Marais d'eau salée	Herbaçaie sous influence tidale d'eau salée ou saumâtre	Dans les baies abritées longeant le littoral de la baie James	3.9
10	MA	Marais et marécage d'eau douce	Herbaçaie ou arbustaie submergée lors des hautes eaux printanières.	Dans les baies abritées des lacs ou en bordure des cours d'eau à écoulement lent	3.10

6.1 Tourbière ombrotrophe à mares (TOM)

La tourbière ombrotrophe à mares se caractérise, comme son nom l'indique, par la présence de grandes mares de forme plus ou moins arrondie. Certaines mares sont si vastes qu'elles pourraient être qualifiées de « lacs ». Les mares peuvent se limiter à une portion de la tourbière ou la dominer totalement. Ces tourbières plutôt rares sont localisées près des côtes, par exemple sur la Côte-Nord et le long de la baie James. La représentation la plus typique de ce type de tourbière est la présence de mares dans la portion centrale avec, à sa périphérie, deux types décrits plus loin : la tourbière ombrotrophe structurée (TOS) et la tourbière ombrotrophe ridée (TOR). Ce type est facile à identifier puisque les grandes mares sont bien visibles sur les images satellites.

Figure 6.1 Tourbière ombrotrophe à mares (TOM)

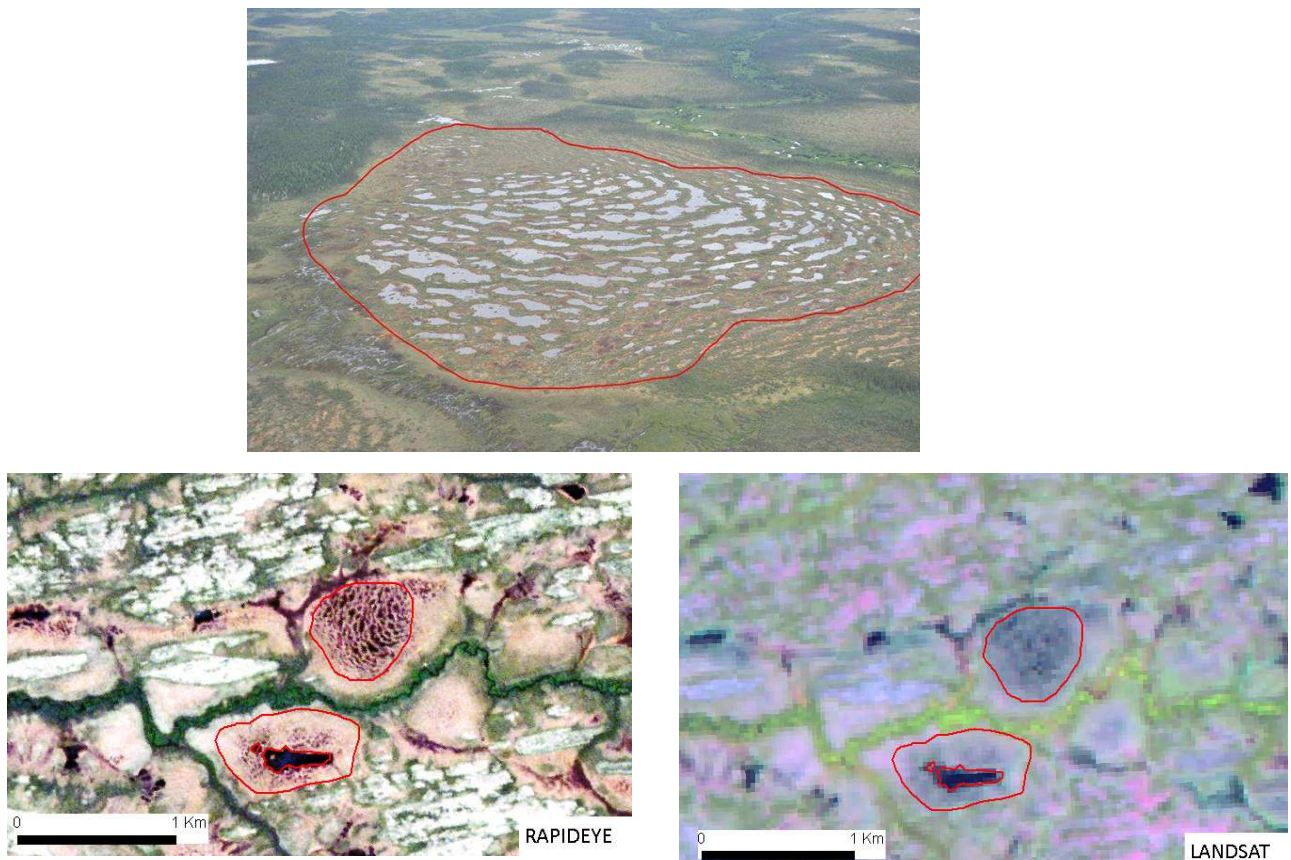


6.2 Tourbière ombrotrophe structurée (TOS)

Tout comme le précédent, ce type de tourbière recèle des mares. Par contre, ces dernières sont relativement longues et arquées. Les lanières séparant les mares sont généralement hautes, relativement larges et recouvertes de végétation arbustive (à éricacées) et de basses épinettes noires. Les TOS se trouvent presque exclusivement dans les zones d'immersion postglaciaire sur des terrains plats, généralement entre 50 et 275 m d'altitude.

La tourbière ombrotrophe structurée à mares est facile à identifier sur l'imagerie de RapidEye, car la résolution permet, dans la plupart des cas, de voir les petites mares et la structure d'ensemble (paysagère) grossièrement arrondie formée par les mares et les lanières courbées. Sur les images satellites LANDSAT, les TOS ont une couleur généralement grise à mauve-rose, presque noire, révélant la présence de mares. Elles présentent un mélange diffus de couleurs. Cette hétérogénéité permet notamment de différencier les tourbières ombrotrophes structurées des tourbières minérotrophes structurées, de teinte plus violacée.

Figure 6.2 Tourbière ombrotrophe structurée (TOS)



6.3 Tourbière ombrotrophe ridée (TOR)

Contrairement aux deux types précédents, ce type de tourbière contient peu de mares ou n'en contient pas. On l'identifie plutôt par l'alternance de lanières recouvertes de végétation arbustive et de dépressions comblées de végétation herbacée et muscinale. La végétation des lanières est généralement formée de basses épinettes noires, d'éricacées (ex. *Chamaedaphne calyculata*), de sphaignes et de lichens (*Cladina spp.*). La végétation des dépressions est généralement composée de carex, principalement de *Carex oligosperma* et d'une sphaigne de couleur jaunâtre (*Sphagnum fallax*). Localement, ces dépressions sont caractérisées par la présence de tapis, dont la végétation herbacée est de très faible densité en plus d'être formée d'espèces de faible recouvrement, notamment le *Scheuchzeria palustris* et le *Carex limosa*. Sous l'eau ou juste à sa surface, les sphaignes forment une strate muscinale continue généralement dominée par *Sphagnum majus*. Les structures formées par les lanières arbustives et les dépressions herbacées adoptent, à l'échelle du paysage, une forme plus ou moins arquée, qui gravite autour d'un point central situé à un endroit très variable (centre ou périphérie de la tourbière). La tourbière ombrotrophe ridée peut dominer à elle seule des tourbières de superficie moyenne (de l'ordre de 10 ha). Dans les ensembles plus vastes, elle établit le relais entre la tourbière à mares (TOM) ou la tourbière ombrotrophe structurée (TOS) et la tourbière ombrotrophe uniforme (TOU). Ce type de tourbière s'observe surtout dans les zones d'immersion postglaciaire, entre 50 et 275 m d'altitude. Dans la littérature, la tourbière ombrotrophe porte plusieurs noms, dont le *concentric raised bog* et l'*excentric raised bog* (Euroala et al. 1984, Payette 2001).

La tourbière ombrotrophe ridée peut apparaître de différentes couleurs sur les images LANDSAT. En général, la couleur mauve-rose ou légèrement beige domine (Figure 6.3). On reconnaît néanmoins ce type de tourbière par un mélange de couleurs très diffus, contrairement à la tourbière ombrotrophe uniforme, qui présente des couleurs plutôt nettes et claires. Sur les territoires de plus basses altitudes, ce type possède une couleur vert pâle, en raison d'une plus grande couverture herbacée (Figure 6.4). La tourbière ombrotrophe ridée ne comporte pas de couleur gris-noir, ce qui la distingue de la tourbière ombrotrophe structurée. Sur les images RapidEye, il est possible de voir les rides de la tourbière lorsqu'elles sont bien développées et que la tourbière est relativement grande.

Figure 6.3 Tourbière ombrotrophe ridée (TOR)

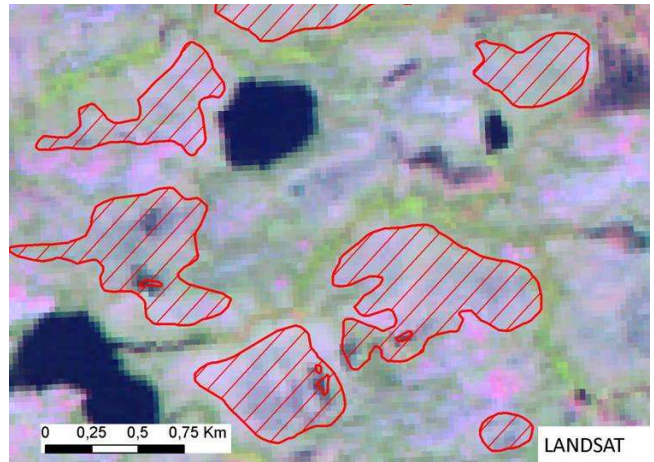
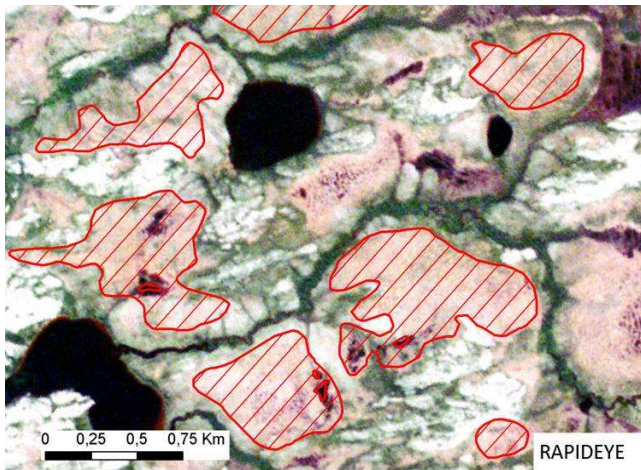
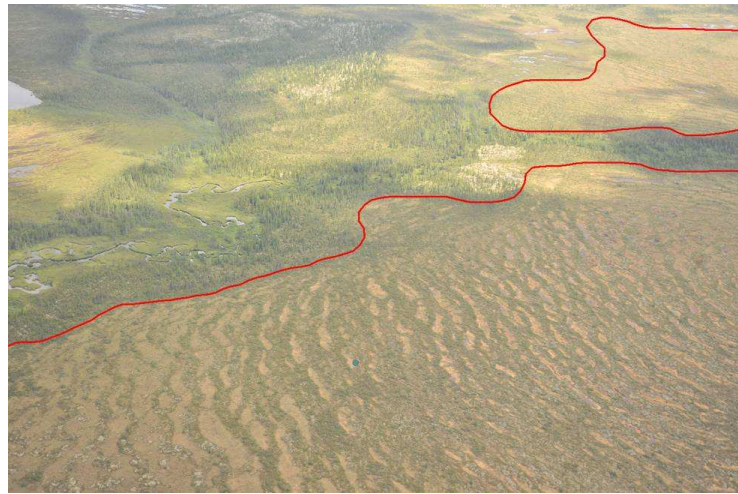
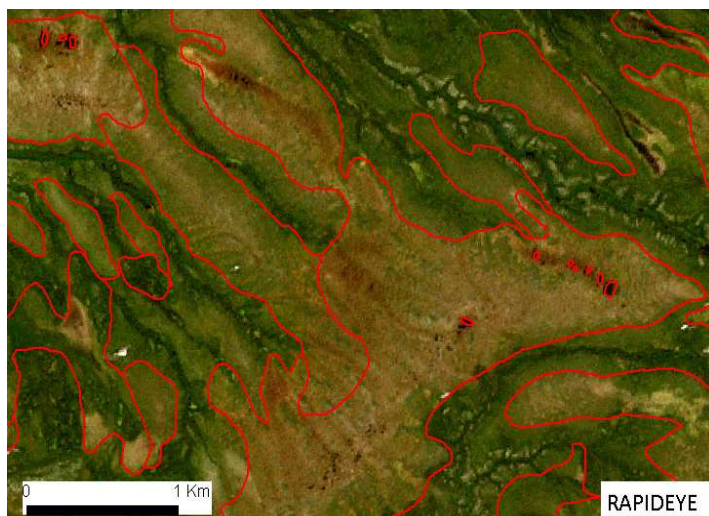
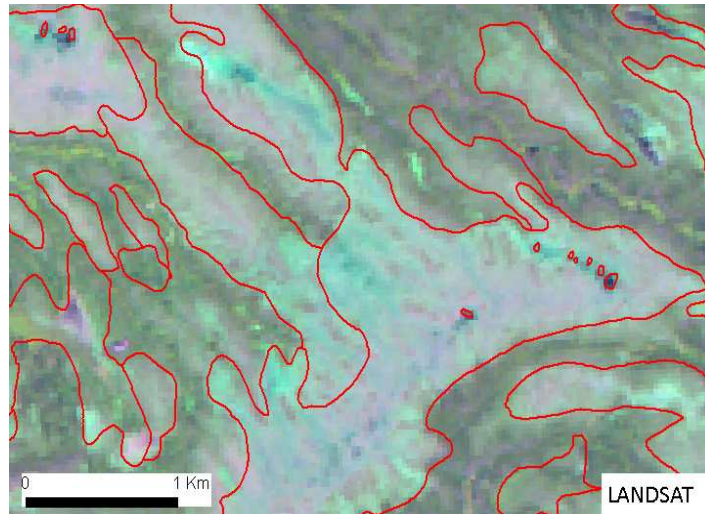
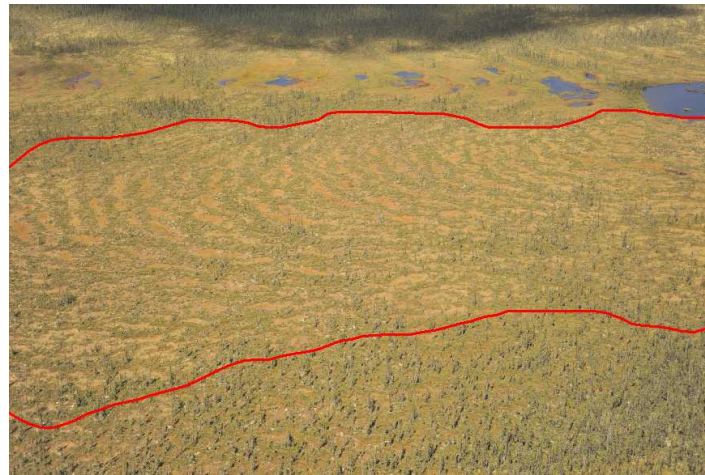


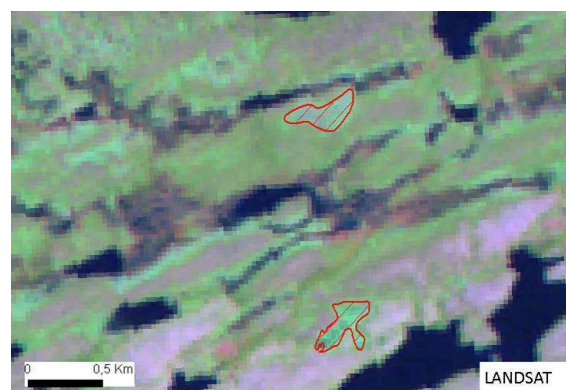
Figure 6.4 Tourbière ombrotrophe ridée (TOR)



6.4 Tourbière ombrotrophe uniforme (TOU)

La tourbière ombrotrophe uniforme diffère des précédentes par l'absence de structure générée par les mares, les lanières et les dépressions. Elle se caractérise par de vastes étendues uniformes dominées par l'une ou l'autre, ou par le mélange des trois unités de végétation suivantes : 1) des herbaçaias; 2) de basses arbustaias à éricacées et 3) des lichénaïas. En milieu continental, les herbaçaias se composent principalement de *Carex oligosperma* et de *Sphagnum fallax*. En milieu maritime, les herbaçaias sont dominées par *Trichophorum cespitosum* et *Sphagnum capillifolium*. Ces deux types d'herbaçaias appartiennent au type des tourbières ombrotrophes, en raison de l'absence d'espèces indicatrices de minérotrophie, telles que le *Myrica gale*. Ces tourbières sont généralement de plus petite dimension que les TMS ou les TMU. Sur les images satellites, les TOU forment une surface relativement uniforme de couleurs similaires. Sur les images LANDSAT, la couleur vert clair représente bien la végétation herbacée. Sur les images RapidEye, l'absence de mares ou de structure et la couleur plus beige que sur les images LANDSAT sont de bons indicateurs des TOU.

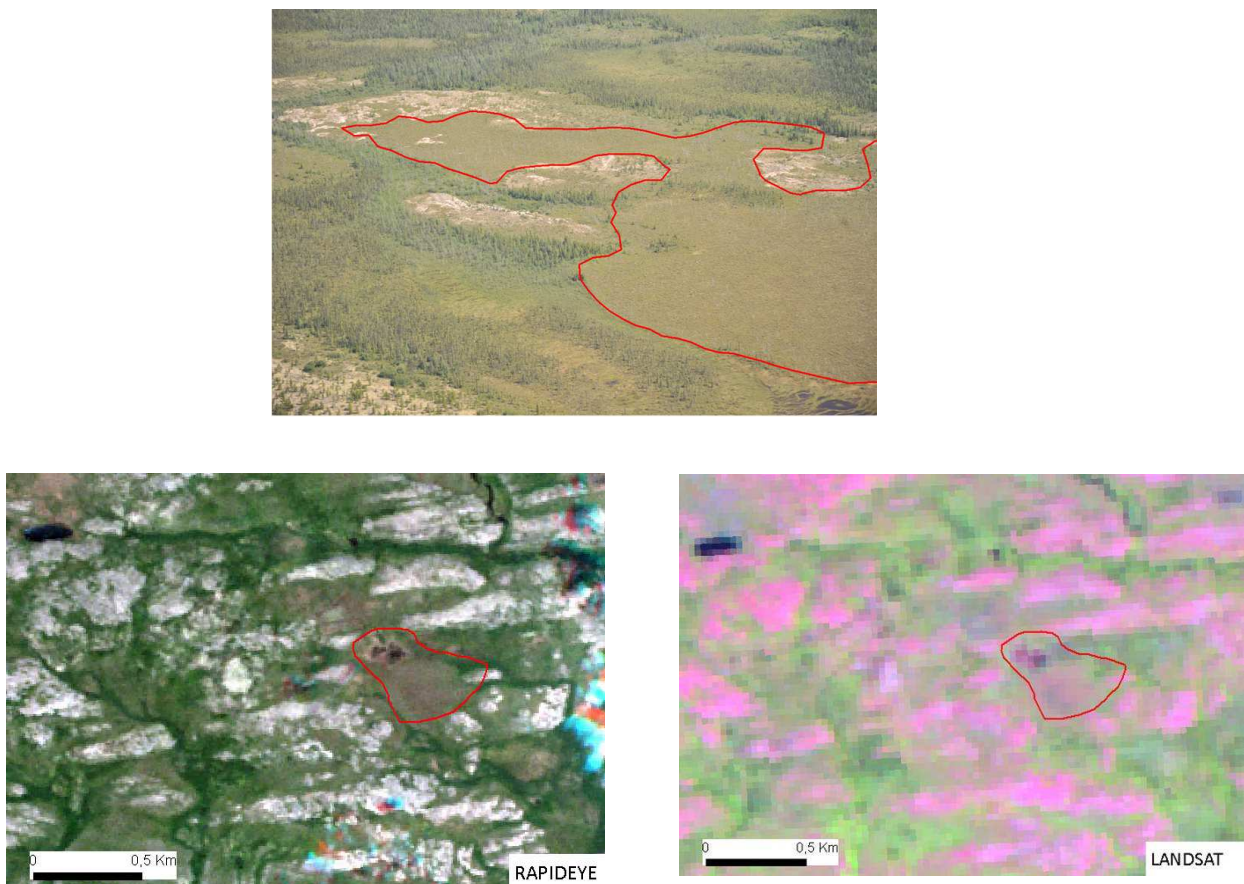
Figure 6.5 Tourbière ombrotrophe uniforme (TOU)



6.4.1 Tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire (TOU-EPN)

Ce type de tourbière est associé aux formations relativement denses d'épinettes noires se développant sur les sols organiques. Lorsque la hauteur des épinettes est inférieure à 4 m, la tourbière est alors classée avec la TOU. À l'opposé, lorsque le couvert des arbres de plus de 4 m est supérieur à 10 %, la tourbière est considérée comme forestière et classée avec la tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire (TOU-EPN). Selon la classification du MRNF, il s'agit du type écologique de la pessière noire à sphaignes (RE39). Dans le contexte de la cartographie du Québec nordique, ce type de tourbière est retenu, en raison de la facilité à le reconnaître sur les images satellites LANDSAT et RapidEye. Bien que sa couleur s'apparente à celle des tourbières ombrotrophes uniformes, le vert est moins foncé et peut comporter un mélange de rosé sur les images satellites LANDSAT. Les couleurs des TOU-EPN sont aussi plus diffuses. Sur les images RapidEye, elles sont plus brunâtres que les TOU, qui sont davantage beiges. Pour bien discriminer ces tourbières, il faut idéalement une carte de dépôts de surface, qui permet d'identifier le contour du dépôt organique.

Figure 6.6 Tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire (TOU-EPN)

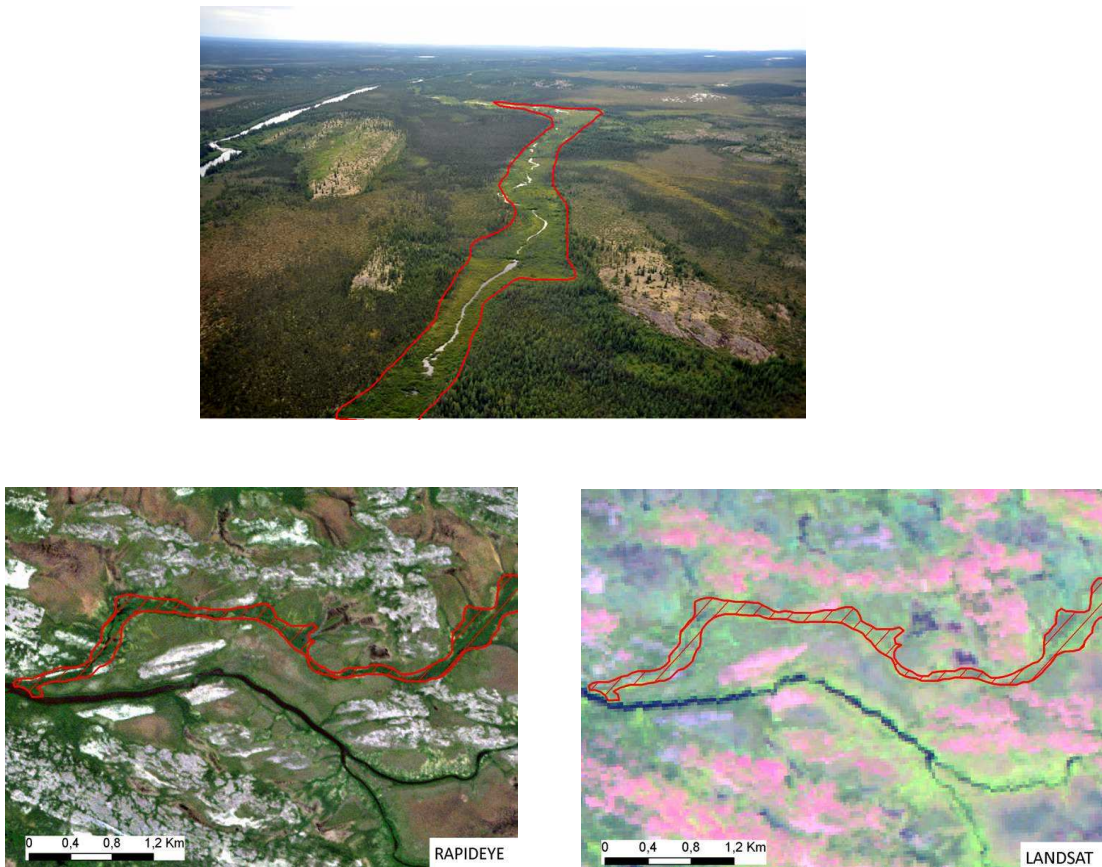


6.5 Tourbière minérotrophe riveraine (TMR)

Les tourbières minérotrophes riveraines s'observent en bordure des plans d'eau (lacs) et des cours d'eau (ruisseaux, rivières), dont les platières riveraines (ou plaine inondable) sont larges, de pente faible et propices à l'accumulation de la matière organique. La végétation est composée d'herbaçaias ou d'arbustaias; ces dernières étant dominées par le myrique baumier (*Myrica gale*), l'aulne rugueux (*Alnus incana* subsp. *rugosa*) et les saules (*Salix* spp.). Si ces conditions d'habitat ne sont pas respectées, notamment en ce qui a trait à la nature du sol (minéral plutôt qu'organique), nous sommes en présence d'un marais (végétation herbacée) ou d'un marécage (végétation arbustive) (MA).

Les TMR se distinguent par leur emplacement typique sur les bords d'un cours d'eau. Toutefois, ces tourbières sont assez rares et généralement trop étroites pour être cartographiées. Les couleurs des TMR peuvent varier en fonction du milieu où elles se trouvent. Sur les images LANDSAT, elles sont communément de couleur vert clair lorsqu'elles sont en lien avec des dépôts marins argileux. Vers l'intérieur des terres, elles sont davantage violacées.

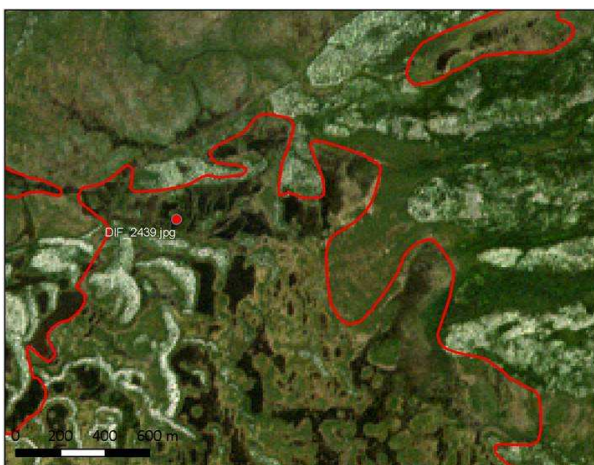
Figure 6.7 Tourbière minérotrophe riveraine (TMR)



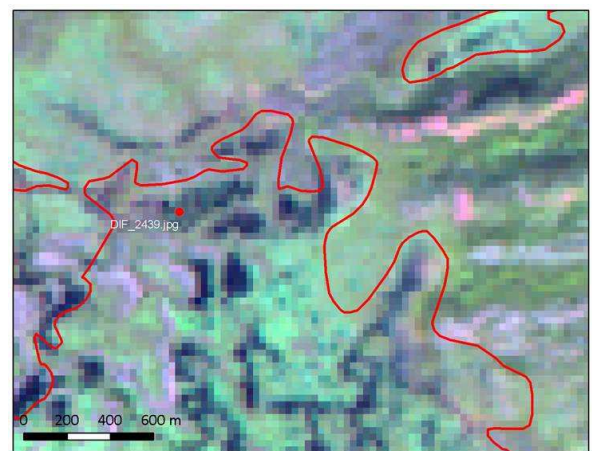
6.6 Tourbière minérotrophe structurée (TMS)

La tourbière minérotrophe structurée se reconnaît par l'alternance de lanières herbacées et de mares étroites et parallèles. Ces lanières et mares sont perpendiculaires au sens de l'écoulement de l'eau. Les lanières sont généralement recouvertes par l'herbaçaie à *Carex exilis* et *Trichophorum cespitosum*. La strate muscinale peut être absente ou formée par les bryophytes de couleur brune, principalement *Campylium stellatum*. Les mares sont souvent partiellement comblées de *Menyanthes trifoliata*. Les tourbières minérotrophes structurées sont généralement faciles à identifier sur les images satellites. On distingue aisément leur structure (mares et lanières) sur l'imagerie RapidEye, et leur couleur violacée à noire sur LANDSAT est typique. Cette teinte est causée par les mares et la présence de la nappe phréatique affleurant ou recouvrant le sol.

Figure 6.8 Tourbière minérotrophe structurée (TMS)



RapidEye

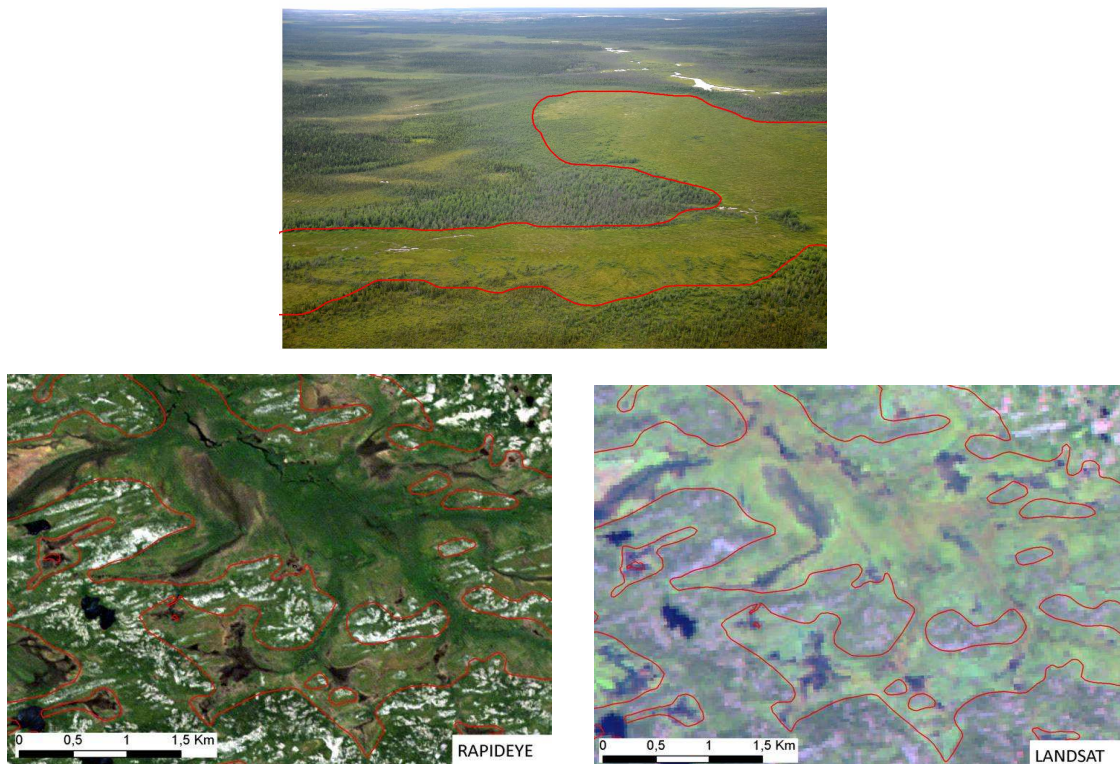


Landsat

6.7 Tourbière minérotrophe uniforme (TMU)

La tourbière minérotrophe uniforme est définie par l'homogénéité présente quant au nombre et à l'agencement de ses biotopes. Le biotope dominant est la platière, les mares étant rares ou absentes. La végétation adopte divers faciès. Elle peut être herbacée et dominée par diverses cypéracées (ex. : *Carex exilis*, *Trichophorum cespitosum*) ou par le *Menyanthes trifoliata*. La végétation peut également être arbustive et formée de mélèzes bas, de *Betula pumila* et de *Sphagnum* spp. (*fallax*, *pulchrum* et autres). Les tourbières minérotrophes uniformes s'observent majoritairement dans les basses terres de la baie James, dans la zone d'invasion marine post-glaciaire. Elles apparaissent communément de couleur vert clair uni sur les images LANDSAT. Parfois elles comportent des taches plus violacées, voire même noires, lorsque la nappe phréatique est située au dessus du sol (dominance de *Menyanthes trifoliata*). Sur les images satellites RapidEye, la tourbière minérotrophe uniforme est plutôt vert foncé avec des zones plus humides de couleur noire. La surface est très unie (aucune alternance de lanières et de mares) et se distingue ainsi facilement des tourbières minérotrophes structurées.

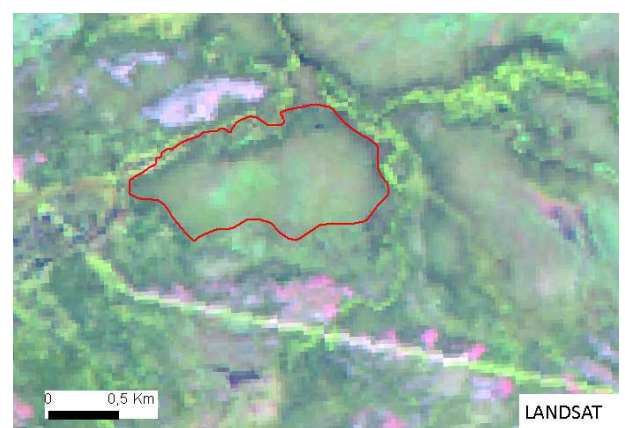
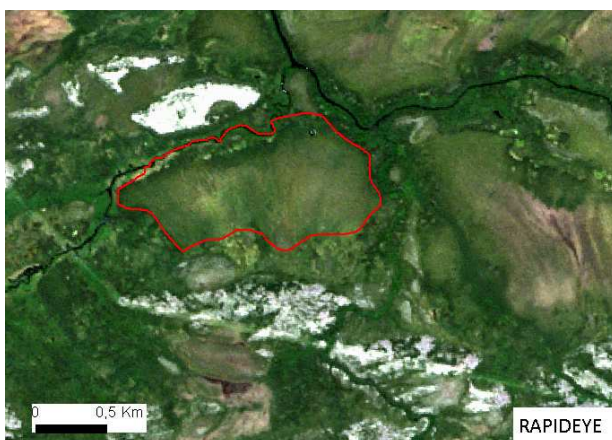
Figure 6.9 Tourbière minérotrophe uniforme (TMU)



6.7.1 Tourbière minérotrophe uniforme à mélèze (TMU-MEL)

La tourbière minérotrophe uniforme à mélèze est caractérisée par des formations végétales relativement denses et hautes (plus de 4m) de mélèzes se développant sur les sols organiques. On peut la considérer comme le pendant de la tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire du fait qu'il s'agit de deux types de tourbières forestières. Sur les images satellites LANDSAT et RapidEye, la couleur de la tourbière minérotrophe uniforme à mélèze s'apparente à celle des tourbières minérotrophes uniformes. Toutefois, un vert plus foncé tirant sur le kaki est associé au mélèze.

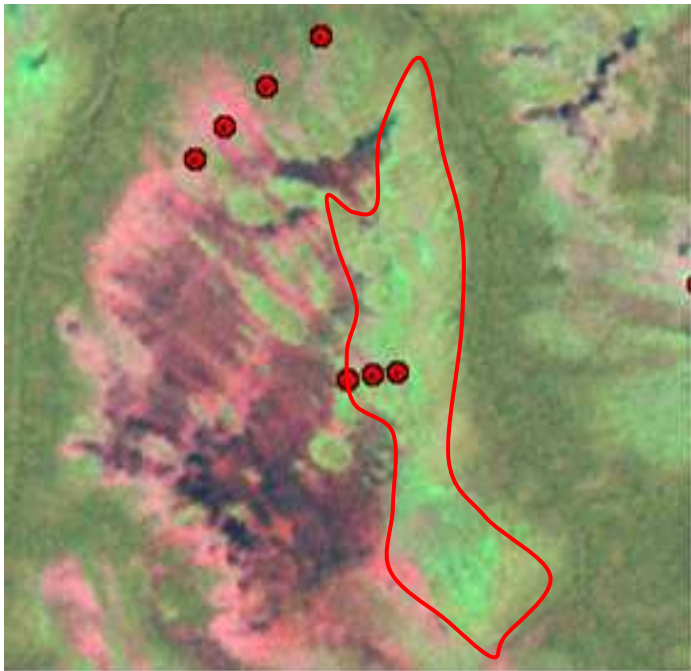
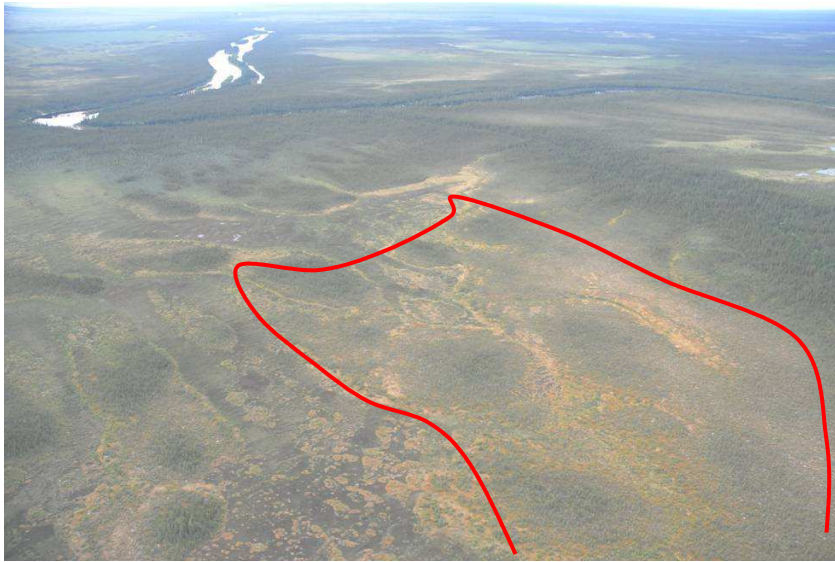
Figure 6.10 Tourbière minérotrophe uniforme à mélèze (TMU-MEL)



6.8 Tourbière mixte pennée (TMP)

La tourbière mixte pennée est ainsi dénommée parce qu'elle se compose d'un agencement de portions ombrotrophes et de portions minérotrophes qui ressemblent à une plume. Les portions ombrotrophes sont surélevées par rapport à la nappe phréatique. Elles forment des plateaux dominés par l'arbustaie à épinette noire, *Chamaedaphne calyculata*, *Sphagnum fuscum*, *S. capillifolium* et *Cladina* spp. Les portions minérotrophes se situent au niveau de la nappe phréatique. Ces platières sont dominées par des mélèzes arbustifs, de plusieurs plantes herbacées et des sphaignes de couleur jaune (*S. fallax* et *S. pulchrum*). La hauteur des mélèzes augmente graduellement (plus de 4 m) et leur couvert vient à dépasser 10 % (mélézins forestiers). Les eaux s'écoulent par une série de ruisseaux parallèles. Le caractère distinctif de ces tourbières sur les images satellites réside dans leur forme en mosaïque constituée de plateaux ombrotrophes disséqués par des zones de ruissellement (portions minérotrophes) plus ou moins linéaires. Ces agencements forment parfois des réseaux, dont la forme s'apparente à celle de plumes. Sur les images LANDSAT, les portions ombrotrophes sont de couleur beige et les portions minérotrophes de couleur vert clair.

Figure 6.11 Tourbière mixte pennée (TMP)

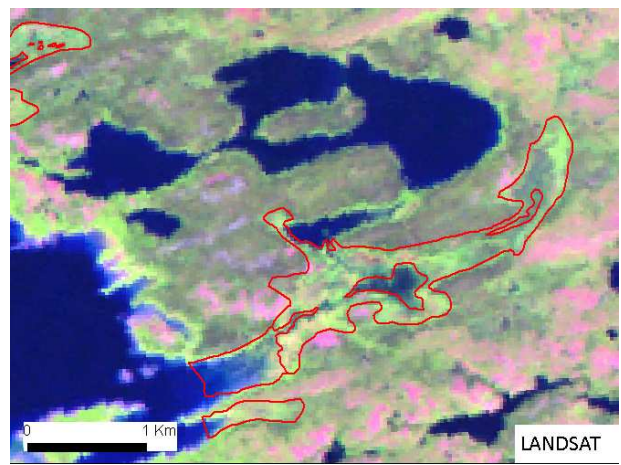


6.9 Marais d'eau salée (MS)

Les marais d'eau salée s'observent en bordure de la baie James. Les portions les plus basses sont inondées quotidiennement alors que les portions les plus hautes font l'objet d'inondations lors des marées de vives-eaux d'équinoxe. Ces endroits inondés par l'eau salée ou saumâtre sont dominés par de la végétation herbacée (portion marais). Cette dernière est remplacée par de la végétation arbustive (aulne rugueux, saules et myrique baumier) sur sol minéral (marécage) ou organique (tourbière) le long de la séquence topographique. Souvent, les marais d'eau salée de la baie James (MS) cèdent leur place, le long du gradient topographique, à des fens uniformes (TMU).

Les MS s'identifient facilement par leur couleur jaunâtre sur les images RapidEye et vert très clair sur les images LANDSAT, combinée à leur emplacement côtier. La limite entre le MS et la TMU est parfois difficile à distinguer, faute de quoi ils peuvent être cartographiés ensemble.

Figure 6.12 Marais d'eau salée (MS)

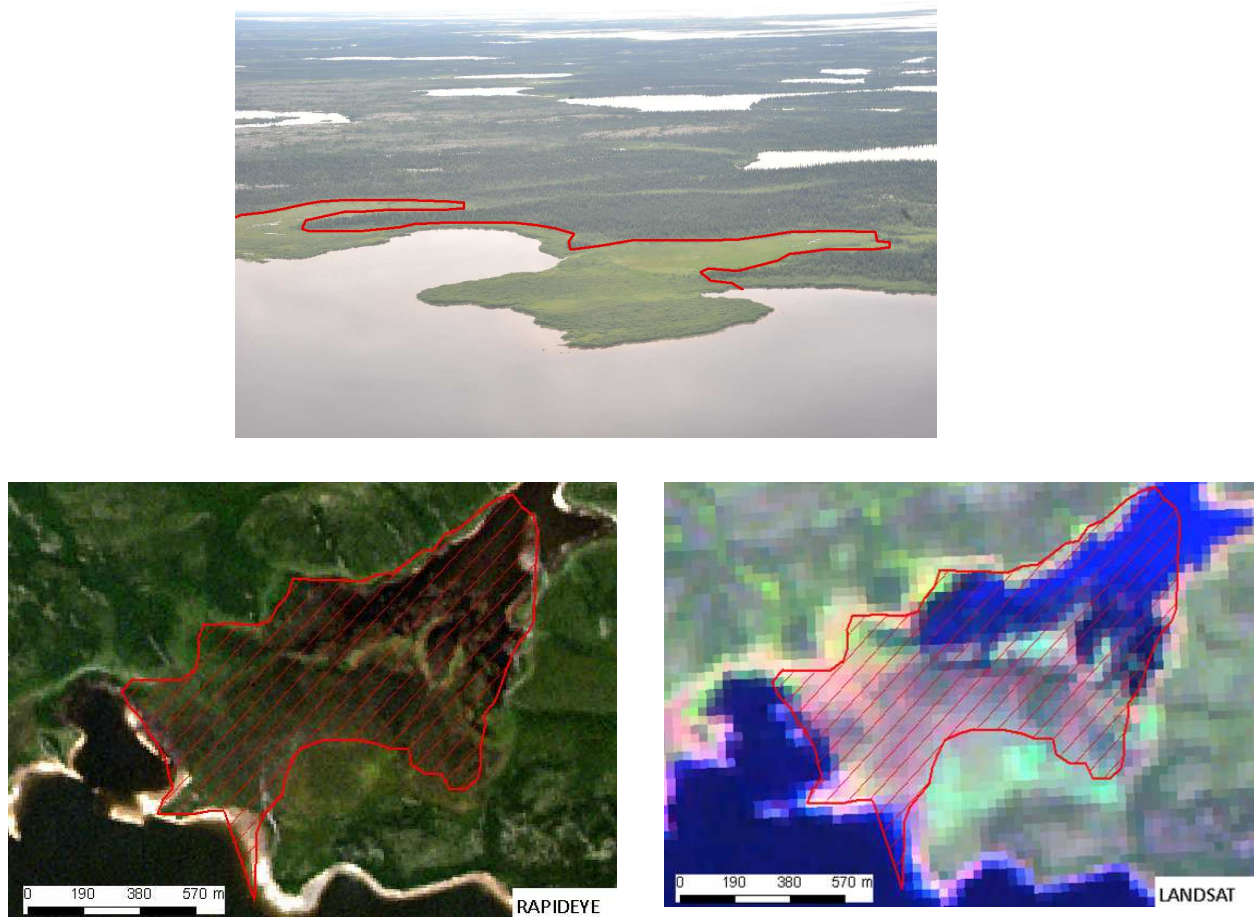


6.10 Marais et marécage d'eau douce (MA)

Les marais et marécages d'eau douce se développent principalement dans les baies abritées des lacs et rivières. Les endroits les plus fortement inondés sont dominés par de la végétation herbacée (portion marais). Cette dernière est remplacée par de la végétation arbustive (aulne rugueux et saules) (portion marécage) le long de la séquence topographique. La taille de ces marais et marécages se situent généralement sous l'aire minimale de cartographie. On les considère dans ce document parce qu'ils constituent un habitat de forte diversité floristique. On les représente également sur les séries physiographiques.

En raison de la diversité des communautés végétales occupant ce type de milieux humides, une grande variété de couleurs peut être observée sur les images satellites. Les arbustives sont de couleur jaune alors que les herbaçaies présentent une couleur turquoise sur les images LANDSAT. Sur les images LANDSAT et RapidEye, on y décèle des signes d'inondations périodiques, tels que des chenaux de drainage.

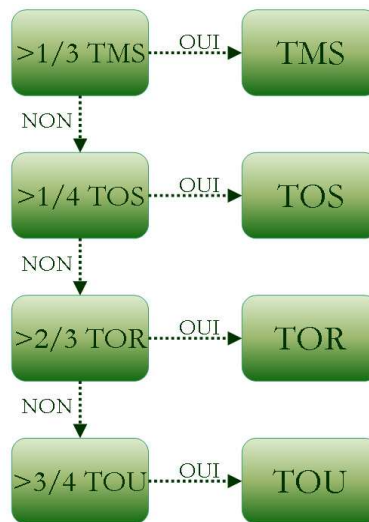
Figure 6.13 Marais et marécage d'eau douce (MA)



7 CARTOGRAPHIE ET IDENTIFICATION DES MILIEUX HUMIDES

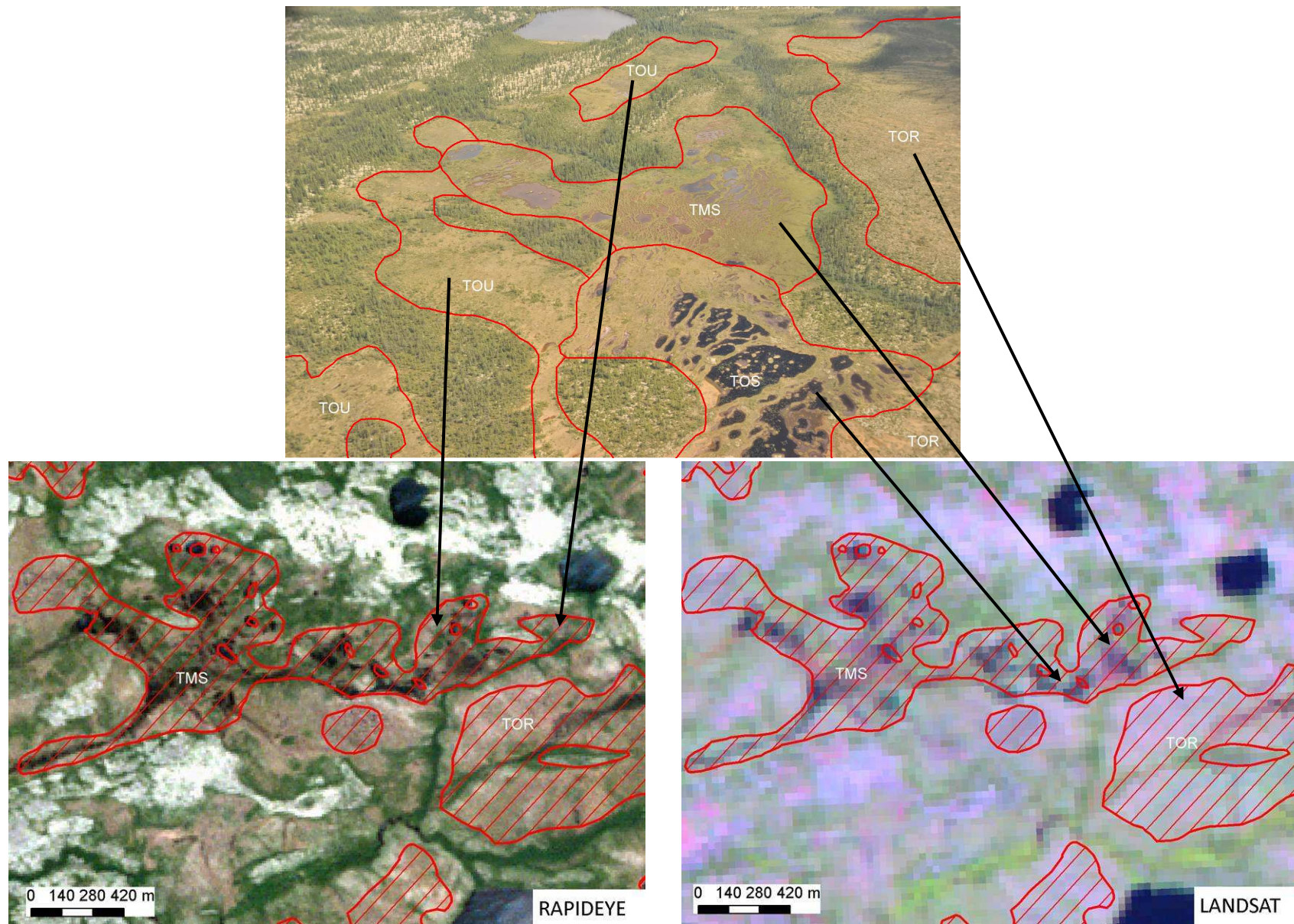
La cartographie des milieux humides du territoire d'étude a été réalisée à partir des données cartographiques de la BNDT. Cette base de données permet de localiser et de délimiter les milieux humides à l'échelle 1 : 50 000. Ces polygones cartographiques sont alors intégrés tel quel à la carte de végétation. Par la suite, chacun des milieux humides est identifié visuellement sur la base des informations contenues dans ce guide. Les polygones provenant de la BNDT sont relativement vastes et englobent souvent plusieurs types de tourbières. Dans ce cas, on classe ce polygone en fonction du type de tourbière dominant. Pour identifier de façon standardisée ces tourbières mixtes, on a établi des règles (Figure 7.1).

Figure 7.1 Schéma d'identification des tourbières



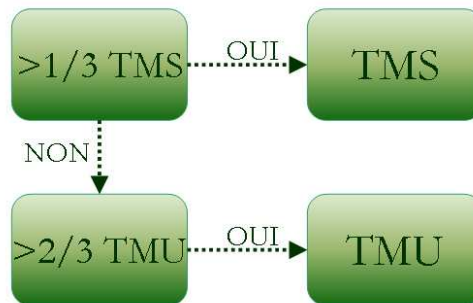
Le schéma suivant montre un exemple d'application de ces règles. Il s'agit d'une tourbière formée de quatre éléments, soit la TMS, la TOS, la TOR et la TOU. La portion TMS compte pour plus du tiers de la superficie totale de la tourbière. Cette dernière sera donc identifiée comme une TMS. Si ce premier critère n'avait pas été respecté et que la portion TOS aurait occupé plus du quart de la tourbière, alors la tourbière entière aurait été classée comme une TOS. Si ce deuxième critère n'avait pas été respecté, alors la portion TOR aurait dû recouvrir plus du 2/3 de la tourbière pour que cette dernière porte le nom de TOR. Enfin, en dernière possibilité, la tourbière recevrait la dénomination de TOU par défaut.

Figure 7.2 Exemple de classification d'une tourbière mixte (présente de plusieurs types)



Dans les milieux plutôt argileux, principalement associés aux zones d'immersion post-glaciaire, les types de tourbières et leur abondance sont nettement différents de la situation qui existe à l'intérieur des terres. En effet, ce sont plutôt les tourbières minérotrophes uniformes qui dominent dans les zones d'immersion post-glaciaire bien que les tourbières minérotrophes structurées soient toujours présentes, mais sans dominance. La juxtaposition de ces types n'est pas rare, l'identification doit donc se faire selon les mêmes principes établis précédemment. Le schéma suivant décrit la règle appliquée (Figure 7.2).

Figure 7.3 Schéma d'identification des tourbières en milieu argileux



En tout temps, si l'observateur le juge nécessaire, certains polygones peuvent être scindés de façon à discriminer les différents types de tourbières. Ce n'est cependant pas l'approche préconisée dans le contexte de la cartographie du nord du Québec en raison de l'échelle retenue.

CONCLUSION

Dans le cadre du projet de cartographie de la végétation du territoire du Plan Nord, les milieux humides seront cartographiés et inventoriés dans le but d'en décrire les communautés végétales et la flore. Les travaux de cartographie seront réalisés par le MRNF alors que les études relatives à la flore et aux communautés végétales seront effectuées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. On utilisera également ces connaissances afin de délimiter et de décrire les régions écologiques du Québec nordique. Au fur et à mesure que les travaux progresseront, ce guide sera mis à jour et de nouveaux types de milieux humides s'ajouteront.

RÉFÉRENCES

Buteau, P., N. Dignard et P. Grondin, 1994. Système de classification des milieux humides du Québec. Ministère des Ressources naturelles. Publication MB 94-01, 25 p.

Couillard, L. et P. Grondin, 1986. La végétation des milieux humides du Québec. Les Publications du Québec. 400 p.

Eurola, S., S. Hicks et E. Kaakinen. 1984. Key to Finnish mire types. In: Moore PD (ed.) European mires, Academic Press, London, p.11-117

Grondin, P. et J. Ouzilleau, 1980. Les tourbières du sud de la Jamésie, Québec. Géographie physique et quaternaire, vol. 34, p. 267-299.

Grondin, P., J.-P. Berger, Y. Landry et P. Leboeuf. 2007. Guide de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 5j – Île d'Anticosti et Îles de Mingan de même que 5k – Îles de la Madeleine, Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers.

Payette, S., 2001. Les principaux types de tourbières. Dans : Payette, S. et L. Rochefort, Écologie des tourbières du Québec-Labrador, Les presses de l'Université Laval, p. 39-89.

Payette, S. et L. Rochefort, Écologie des tourbières du Québec-Labrador. Les Presses de l'Université Laval, 644 p.

Sjörs, H., 1961. Surface patterns in boreal peatland. Endeavour 20 : 217-224.

Wells, E.D., 1981. Peatlands of eastern Newfoundland : distribution, morphology, vegetation and nutrient status. Can. J. Bot. 59 : 1978-1997.

Zoltai, S.C., F.C. Pollett, J.K. Jeglum et G.D. Adams, 1975. Developing a wetland classification for Canada. In Bernier, B. et C.H. Winget, editors. Fourth North American Forest Soils Conference. Les Presses de l'Université Laval, Québec. p. 497-511

ANNEXE 1 TABLEAU SYNTHÈSE

Classification des milieux humides dans le Nord du Québec

Code	Type de milieu humide	Description	Photo terrain	RapidEye	Landsat	Particularités sur les images Landsat	
1	TOM	Tourbière ombrotrophe à mares	Présence de grandes mares de forme plus ou moins arrondie. Mares parfois en forme de goutte. Elles peuvent se limiter à une portion de la tourbière ou la dominer totalement. Généralement de grande superficie. Souvent, présence de mares dans la portion centrale entourée par les TOR et/ou TOU.				Mélange de mares (noir), lichens et arbustes (rose) et d'herbacées (vert turquoise).
2	TOS	Tourbière ombrotrophe structurée	Alternance de lanières arbustives et de mares. Mares allongées et de forme linéaire à légèrement arquée. Les lanières séparant les mares sont généralement hautes et relativement larges. Mares souvent dans la partie centrale entouré par la TOR.				Vert tendre avec les mares noires. Couleurs très diffuses. Souvent entouré de rosé brun correspondant aux TOR.
3	TOR	Tourbière ombrotrophe ridée	Alternance de lanières recouvertes de végétation arbustive et de dépressions comblées de végétation herbacée. Les structures formées par les lanières arbustives et les dépressions herbacées adoptent une forme plus ou moins arquée gravitant autour d'un point central situé à un endroit très variable (centre ou périphérie de la tourbière).				Les couleurs des TOR sont variables selon la proportion d'eau ou de lichens 1- Couleur vert pâle : végétation fortement herbacée 2- Couleur vert foncé : les mares sont bien représentées 3- Couleur gris rose : les lichens abondent. Mélange de couleur diffus.
4	TOU	Tourbière ombrotrophe uniforme	Végétation homogène dominées par des herbaçaias, des arbustaias ou des lichenaies. Absence de structure. Petites dimensions.				Caractérisé par son homogénéité sur une grande surface plutôt que par sa forme ou sa couleur. Vert clair à foncé.
4.1	TOU-EPN	Tourbière ombrotrophe uniforme à épinette noire	Résineux à mousses et lichens, mûr, dominé par l'épinette noire. Généralement, les épinettes s'accroissent en hauteur depuis la portion centrale des tourbières vers la périphérie.				Mélange de couleur diffus, généralement rosé.
5	TMR	Tourbière minérothrophe riveraine	Tourbière en bordure des cours d'eau de faible débit et dont les platiers riverains (ou plaine inondable) sont larges, de pente faible et propices à l'accumulation de la matière organique. Herbaçaias ou arbustaias.				Les couleurs des TMR peuvent variées en fonction du milieu où elles se trouvent. Couleur vert clair lorsqu'elles sont en lien avec des dépôts marins argileux. Vers l'intérieur des terres, elles sont davantage violacées.
6	TMS	Tourbière minérothrophe structurée	Alternance de lanières herbacées et de mares parallèles les unes aux autres et perpendiculaires au sens de l'écoulement de l'eau.				Couleur violacée très foncée à noire (ressemble parfois à des lacs).
7	TMU	Tourbière minérothrophe uniforme	Structure de végétation homogène et composée principalement de plantes herbacées. Mares rares ou absentes. Dans la zone d'invasion marine post-glaciaire des basses terres de la baie James.				Couleur vert clair uni avec parfois des taches plus violacées à noires associées à des zones très humides.
7.1	TMU-MEL	Tourbière minérothrophe uniforme à mélèze	Résineux à mousses et lichens, mûr, dominé par le mélèze. Mélèzins généralement bas et dense.				Couleur vert uni plus foncé que les TMU.
8	TMP	Tourbière mixte pennée	Tourbière formée par l'agencement de structures ombrotrophes et de structures minérothropes dessinant des réseaux ressemblant à des plumes.				Alternance de couleurs vert clair (ombrotrophe) et beige (minérothrophe).
9	MS	Marais et marécage d'eau salée	Herbaçaias ou arbustaias bordant la baie James. Les portions les plus basses sont inondées quotidiennement alors que les portions les plus hautes font l'objet d'inondations lors des marées d'équinoxe.				Couleur vert très clair uni en milieu côtier.
10	MA	Marais et marécage d'eau douce	Herbaçaias ou arbustaias submergée périodiquement. Principalement dans les baies abritées des lacs et rivières.				Grande variété de couleurs, généralement de couleur vert clair uni (herbaçaias) parfois plutôt jaune (arbustaias) en bord de lacs et rivières.

